

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 9 月 3 日

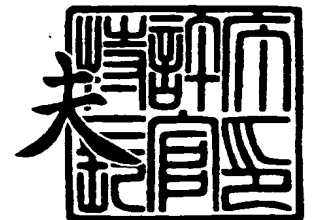
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 3 1 1 4 0 7
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 1 1 4 0 7]

出 願 人
Applicant(s): セイコーエプソン株式会社

2 0 0 3 年 9 月 2 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 J0102618
【提出日】 平成15年 9月 3日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B24B 13/00
G02B 3/06
G02B 3/10

【発明者】
【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
【氏名】 宮沢 信

【特許出願人】
【識別番号】 000002369
【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】
【識別番号】 100095728
【弁理士】
【氏名又は名称】 上柳 雅誉
【連絡先】 0 2 6 6 - 5 2 - 3 5 2 8

【選任した代理人】
【識別番号】 100107076
【弁理士】
【氏名又は名称】 藤綱 英吉

【選任した代理人】
【識別番号】 100107261
【弁理士】
【氏名又は名称】 須澤 修

【先の出願に基づく優先権主張】
【出願番号】 特願2003- 44362
【出願日】 平成15年 2月21日

【先の出願に基づく優先権主張】
【出願番号】 特願2003-139200
【出願日】 平成15年 5月16日

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 013044
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0109826

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

回転軸を中心に回転する被加工ワークと、

前記ワークの回転軸と同一方向および前記ワークの回転軸と直交する方向に、前記ワークと相対移動可能なバイトと、を有し、

前記バイトは、前記ワークの回転軸と直交する方向において前記ワークの回転軸の中心から前記ワークの外周部までの一部もしくはすべての領域で、所定の送りピッチで一定方向に移動して前記ワークを非軸対称非球面に加工することを特徴とする非球面加工方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の非球面加工方法において、

前記バイトの位置を、前記ワークの加工点に立てた法線方向に前記バイトの先端刃先の中心が位置するように制御することを特徴とする非球面加工方法。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の非球面加工方法において、

前記バイトによる加工を、前記ワークの回転軸と直交する方向における前記ワークの回転中心と前記バイトの先端刃先との距離がゼロ又はゼロ近傍から、または前記ワークの外周縁部と前記バイト先端刃先との距離がゼロ又はゼロ近傍から、開始するように制御することを特徴とする非球面加工方法。

【請求項 4】

前記ワークを所望の形状に近似する形状に形成する粗削り工程と、

前記粗削り工程に引き続き、前記ワークに請求項 1 乃至請求項 3 に記載の非球面加工方法を用いて加工することにより、前記ワークを所望の形状に形成する仕上げ削り工程と、を有することを特徴とする非球面形成方法。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 非球面加工方法及び非球面形成方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、非球面加工方法に関し、特に、凹凸の段差が大きい非球面を迅速に切削することができる非球面加工方法及び非球面形成方法に関する。

【背景技術】

【0002】

老視矯正用の眼鏡レンズとしていわゆる境目のない累進屈折力レンズが多く用いられている。近年、眼球側の凹面に累進面あるいは累進面トーリック面を合成した曲面を設けたいわゆる内面累進レンズが提案されている。この内面累進レンズは、累進屈折力レンズの欠点である、ゆれや歪みを軽減でき、光学性能を飛躍的に向上させることができる。

このような眼鏡レンズの凹面の累進面等の非軸対称非球面を創成する技術に関連する先行技術文献情報としては、特許文献1、特許文献2に示すものがある。

【0003】

非軸対称非球面を創成する3軸制御の数値制御切削装置は、X軸テーブル、Y軸テーブル、ワーク回転手段の3軸を使ってバイトを所定の位置に連続的に位置決めし、切削によりレンズ設計形状に基づいた形状創成を行う。

制御方法の概要は、ワークを回転させながら、このワークの回転位置をエンコーダで割り出し、その回転位置に同期させて、X軸テーブル、Y軸テーブル、ワーク回転手段の3軸を制御する。

【0004】

この数値制御切削装置を用いる従来の形状創成の制御方法である法線制御加工方法について、図8、図9および図10を用いて説明する。図8は、法線制御加工方法におけるレンズの加工面を示す概略図である。図8(a)はレンズの正面図、図8(b)は、図8(a)のB-B'断面図である。図9は、法線制御加工方法を示す概念図である。図10は、法線制御加工方法におけるX軸方向のバイト中心の位置を示す概念図である。

【0005】

法線制御加工方法のNC制御のための数値データについて、図8に示す任意の点 Q_x を用いて説明する。法線制御加工方法のNC制御のための数値データは、円形のレンズの外周から回転中心までの送りピッチ P で規定される螺旋を想定し、レンズの回転中心から所定の角度毎の放射線と螺旋の各交点の座標値がレンズの回転角度(θ)と回転中心からの距離(半径 R_x)で与えられる。また、図示しない各交点を通るY軸方向の面形状に応じた高さ(y)が求められる。この三点が加工点の座標値(θ 、 R_x 、 y)として求められる。

【0006】

トーリック面は、A-A'線に沿った最小の曲率の曲線(ベースカーブ)と、A-A'線と直交するB-B'線に沿った最大の曲率の曲線(クロスカーブ)とを有する曲面である。ベースカーブとクロスカーブの曲率の差が大きいと、図8(b)に示すように、クロスカーブに沿って切断した断面は、極めて厚い両端部と薄い中央部とを有する曲面形状となる。バイト325は、90度回転する毎に、最小の厚みの部分の高さと最大の厚みの部分の高さを往復運動する。即ち、Y軸方向に往復運動する。例えば、図9に示すように、レンズがA-A'断面部からB-B'断面部まで90度回転すると、最小の厚みの部分における任意の加工点 Q_n から最大の高さの任意の加工点 Q_{nm} までバイトはY軸方向のプラス側へ移動する。

【0007】

切削に用いられるバイト325の先端部は断面円弧状(以下アール形状という)に形成されている。法線制御では、例えば、レンズの加工点 Q_n に立てた法線方向にバイト325の先端部のアール部分の中心を位置決めする。

詳述すると、最小の厚みの曲線(ベースカーブ、A-A'断面)における任意の加工点

Q_nでは、加工点Q_nから立てた法線方向にバイト325の中心点P_nが位置決めされる。加工点Q_nからレンズが90度回転した最大の高さの曲線（クロスカーブ、B-B'断面）上の任意の加工点Q_{nm}では、加工点Q_{nm}から立てた法線方向にバイト325の中心点P_{nm}が位置決めされる。ここで、加工点Q_{nm}は、加工点Q_nからX軸方向の中心側へ1/4ピッチ分移動している。この加工点Q_nから加工点Q_{nm}に移動する間にバイト325は、Y軸方向のプラス方向にΔY移動する一方、X軸方向の中心側へX_m相対移動する。レンズが更に90度回転した最小の高さの曲線（ベースカーブ、A-A'断面）上の任意の加工点Q_{nr}では、バイト325は、図示しないがY軸方向のマイナス方向に移動している。このときX軸方向では、送りピッチの中心側へ向かう速度よりも厚みが減少して外側に向かう速度の方が大きいため、バイト325は、図10(c)に示すように、外周側へX_rの相対移動する。即ち、B-B'断面のクロスカーブが移動の方向の符号が正逆になる変曲点となり、バイト325は、B-B'断面のクロスカーブを境に運動方向が正逆反対となり、Y軸方向およびX軸方向の往復運動を行う。

【0008】

法線制御による加工方法では、図8に示したように、螺旋と放射線の交点を加工点とし、バイトの先端部の中心位置がこの加工点に立てた法線方向に制御されている。即ち、法線制御による加工方法では、バイトは前述のように運動方向が正逆反対となることを繰り返し、ジグザグ状の複雑な螺旋の軌跡を描きながらワークを切削する。

【0009】

【特許文献1】特開平11-309602号公報

【特許文献2】特開2002-283204号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

前述による数値制御切削装置による法線制御加工方法では、Y軸テーブルは小型軽量で慣性力が小さいため、バイトをY軸方向に高速で微小の往復運動させることができる。しかしながら、X軸テーブルは大型で重く慣性力が大きいため、ワークをX軸方向に高速で微小の往復運動をさせることが困難である。そのため、凹凸の段差の大きい強度の乱視を矯正するトーリック面等を研削する場合に、通常のレンズの加工に採用されているワークの回転数ではX軸テーブルが追従できない。従って、X軸テーブルが追従できる程度にワークの回転数を低下させている。その結果、生産性が低下してしまうという問題が生じている。

【0011】

X軸テーブルは、少なくともワークの半径の距離を移動させる必要があるため、小さくすることには限界がある。また、超高出力のモータを用いればX軸テーブルを高速で往復運動させる可能性があるが、現実的でない。

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、従来の数値制御切削装置を用いて凹凸の段差が大きいワークを迅速に切削することができる非球面加工方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

前述の課題を解決すべく、本発明に係る非球面加工方法は、回転軸を中心に回転する被加工ワークと、前記ワークの回転軸と同一方向および前記ワークの回転軸と直交する方向に、前記ワークと相対移動可能なバイトと、を有し、前記バイトは、前記ワークの回転軸と直交する方向において前記ワークの回転軸の中心から前記ワークの外周部までの一部もしくはすべての領域で、所定の送りピッチで一定方向に移動して前記ワークを非軸対称非球面に加工することを特徴とする。

本発明に係る非球面加工方法によれば、前記バイトが所定の送りピッチで一定方向に移動して前記ワークを加工することから、前記バイトはジグザグ状ではない単純な螺旋の軌跡を描きながらワークを切削する。即ち、バイトはワークの回転軸と直交する方向におい

て往復運動せずに常に一定方向に相対移動する。

そのため、数値制御切削装置の X 軸テーブルは、ワークを往復運動させずに一定方向の運動になるので、凹凸の段差が大きいワークの回転数を上げて追従することが可能となり、従来例と比較して迅速に切削することが可能となる。

【0013】

また、前記バイトの位置を、前記ワークの加工点に立てた法線方向に前記バイトの先端刃先の中心が位置するように制御することを特徴とする非球面加工方法を提供する。

【0014】

また、前記バイトによる切削を、前記ワークの回転軸と直交する方向における前記ワークの回転中心と前記バイトの先端刃先との距離がゼロ又はゼロ近傍から、または前記ワークの外周縁部と前記バイト先端刃先との距離がゼロ又はゼロ近傍から、開始するように制御することを特徴とする非球面加工方法を提供する。

【0015】

また、前記ワークを所望の形状に近似する形状に形成する粗削り工程と、前記粗削り工程に引き続き、前記ワークに請求項 1 乃至請求項 3 に記載の非球面加工方法を用いて加工することにより、前記ワークを所望の形状に形成する仕上げ削り工程と、を有することを特徴とする非球面形成方法を提供する。

【発明の効果】

【0016】

本発明の非球面加工方法、及び非球面形成方法によれば、慣性力が大きいテーブルを往復運動させずに一定方向へのみ運動するように制御できるためテーブルの追従性が良く、凹凸の段差が大きいワークでも高速回転させて迅速に加工することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明に係る非球面加工方法の実施例について、説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

== 切削装置の説明 ==

【0018】

本発明の非球面加工方法で用いる数値制御切削装置（NC 制御装置ともいう。）について、眼鏡レンズの切削加工を一例として図 1 を用いて説明する。図 1 は、本発明の非球面加工方法で用いる数値制御切削装置の一実施例を示す平面図である。

【0019】

この数値制御切削装置 300 は、ベッド 301 上に X 軸テーブル 310 と Y 軸テーブル 320 が備えられている。X 軸テーブルは X 軸駆動用モータ 311 によって X 軸方向に往復運動するように駆動される。X 軸方向の位置は、X 軸駆動用モータ 311 に組み込まれた図示しないエンコーダによって割り出される。X 軸テーブル 310 の上に、ワーク軸回転手段 312 が固定されている。ワーク軸回転手段 312 にワークチャック 313 が取り付けられ、ワーク回転軸駆動用モータ 314 によって X 軸と直交する Y 軸方向の主軸を回転軸として回転駆動される。ワークチャック 313 の回転位置は、ワーク回転軸駆動用モータ 314 に組み込まれた図示しないエンコーダによって割り出される。ワークチャック 313 には、図示しないブロック治具を介して加工すべきワーク（眼鏡レンズ）10 が取り付けられる。Y 軸テーブル 320 は、X 軸テーブル 310 と直交するほぼ水平方向の Y 軸方向に Y 軸駆動用モータ 321 によって往復運動するように駆動される。Y 軸方向の位置は、Y 軸駆動用モータ 321 に組み込まれた図示しないエンコーダによって割り出される。Y 軸テーブル 320 の上に、2 台の第 1 刃物台 322 と第 2 刃物台 323 が固定され、第 1 刃物台 322 には粗削り用バイト（刃具）324 が固定され、第 2 刃物台 323 には仕上げ用バイト 325 が固定されている。

数値制御切削装置 300 は、粗削り用バイト 324 と仕上げ用バイト 325 を切り替えて削り出し加工を行う。

【0020】

なお、数値制御切削装置 300 は、X 軸テーブル 310 の駆動でワーク軸回転手段 312 を X 軸方向に往復運動させることに代えて、ワーク軸回転手段 312 を固定し、Y 軸テーブル 320 を X 軸テーブル 310 の上に載置し、X 軸テーブル 310 でバイト 324, 325 を X 軸方向に往復運動させるようにしてもよい。

また、X 軸及び Y 軸の位置検出手段としてエンコーダに代えて、リニアスケールを用いてもよい。

【0021】

ここで、制御方法について説明する。

先ず、ワーク 10 を回転させながら、このワーク 10 の回転位置をエンコーダ 314 で割り出しを行う。次に、エンコーダ 321 によって割り出されるワーク 10 の回転軸である Y 軸方向のバイト 324, 325 とワーク 10 の相対的な位置をワーク 10 の回転に同期させると共に、エンコーダ 311 によって割り出される X 軸方向におけるバイト 324, 325 の刃先とワーク 10 の回転中心との距離をワーク 10 の回転に同期させる。このように、X 軸テーブル 310、Y 軸テーブル 320 およびワーク軸回転手段 312 の 3 軸を使ってバイト 324 又はバイト 325 を加工点に位置決めする。この加工点に対応したバイトの先端刃先の中心座標の位置決めを連続して行うことでレンズ設計形状に基づいた形状創成を行う。

【0022】

また、数値制御切削装置 300 がワーク（眼鏡レンズ）10 の加工を行うために必要な数値データは、入力手段である入力装置 600 から入力された眼鏡レンズの処方データに基づき計算用コンピュータ 500 によって計算され、ホストコンピュータ 400 を介して数値制御切削装置 300 内部の記憶装置に格納されるか、加工中にホストコンピュータ 400 から数値制御切削装置 300 へ伝送される。

【0023】

== 切削手順の説明 ==

ここで、非球面を創成する切削手順について図 2 を用いて説明する。図 2 は、ワークの一例であるレンズの断面図である。

切削加工方法には、外径加工、近似加工面粗削り加工、仕上げ削り加工、面取り加工等が含まれる。外径加工は、図 5 (b) に示すように、ワークの一例としての、後加工代（切削代、研削代）を持ったやや厚手のレンズ 10（以下、「セミフィニッシュレンズ 10」という。）の不要な外周部 10a を削って所定の外径まで縮小する加工である。外形加工は、粗削り加工や仕上げ加工を短時間化するための加工でもある。近似加工面粗削り加工は、セミフィニッシュレンズ 10 を速やかに削って所定の近似面形状 10b に仕上げる粗削り加工である。仕上げ削り加工は、近似面形状 10b から削り出し加工により所望のレンズ面形状 10c を精密に創成する。面取り加工は、仕上げ削り加工後のレンズのエッジはシャープで危険であり、また、欠けやすいため、仕上げ用バイトにより縁の面取り 10d を行う加工である。

【0024】

図 1 に示す数値制御切削装置 300 を用いてセミフィニッシュレンズ 10 の切削加工を行う工程を説明する。図示しないブロック治具に固定されたセミフィニッシュレンズ 10 をワークチャック 313 に固定し、そのセミフィニッシュレンズ 10 に対して与えられた外径加工データに基づいてセミフィニッシュレンズ 10 の外径が所定の径まで粗削り用バイト 324 で切削される。続いて、粗削り用バイト 324 を用いて近似面加工面粗削り加工データに基づいて所望のレンズ面形状に近似した自由曲面、トーリック面又は球面の面形状で面粗さ R_{max} が $100\mu m$ 以下の粗削り面 10b まで切削加工される。続いて、仕上げ用バイト 325 を用いて仕上げ削り加工データに基づき、更に $0.1 \sim 5.0 mm$ 程度を切削して面粗さ R_{max} が $1 \sim 10\mu m$ 程度の眼鏡レンズの処方データに基づくレンズ面形状 10c まで加工される。続いて、仕上げ用バイト 325 を用いて面取り加工データに基づく面取り 10d の加工が行われる。

【0025】

==切削条件の説明==

切削条件としては、次の範囲である。ワーク回転数は、粗削り加工では100～3000rpm、仕上げ加工では100～3000rpm。送りピッチは、粗削り加工では0.005～1.0mm/rev、仕上げ加工では0.005～0.2mm/rev。切り込み量は、粗削り加工では0.1～10.00mm/pass。仕上げ加工では0.05～3.0mm/pass。

【0026】

なお、大多数は送りピッチが一定の条件で加工するが、加工の途中で送りピッチを変更するようにしてもよい。一例をあげて説明すると、レンズの屈折率によらず乱視が2.00D以上の場合、レンズ外周部でのチッピングが発生しやすい。このようなレンズを加工する場合は、レンズの外周部では小さな送りピッチP1で加工し、レンズの中心部に近い内周部では大きな送りピッチP0で加工する(P1<P0)。具体的には、P1は、0.01/rev～0.07mm/rev、P0は、0.03/rev～0.10mm/revの範囲で決定する。また、送りピッチP1で加工を行うレンズの外周部は、レンズの最外周から5～15mmの範囲である。

【実施例1】

【0027】

本発明の非球面加工方法の第1の実施例を、眼鏡レンズ（以下、「レンズ」という。）の加工を例にして、図3、図4および図5を用いて説明する。図3は、第1の実施例の非球面加工方法におけるレンズの加工面を示す概略図である。図3(a)はレンズの正面図、図3(b)は、図3(a)のB-B'線に沿った断面図である。図4は、第1の実施例の非球面加工方法を示す概念図である。図5は、第1の実施例におけるX軸方向のバイト中心の位置を説示す概念図である。

【0028】

第1の実施例の非球面加工方法では、バイト325（バイト324でも同様であり、以下、「バイト325」で代表して説明する。）は、図3に示すように、バイトの先端刃先の中心が螺旋の軌跡を描きながら切削を行う。従来の法線制御では、レンズの回転角度と回転中心からの距離で表される加工点が予め決まっているが、第1の実施例の非球面加工方法では、バイト325の先端刃先の中心の位置が描く螺旋形状が予め決まっている。即ち、バイト325が描く螺旋の軌跡は、ワークの回転軸と直交する方向（X軸）における所定の送りピッチで決まる。本例は、ワークの回転中心からバイトの先端刃先の中心までの距離(Rx)を所定の送りピッチで連続的に減少するようにしたとき、即ち、レンズの外周方向から中心方向に向かったときに描く螺旋形状である。

【0029】

また、第1の実施例の非球面加工方法では、バイトの先端刃先（以下、「バイトの先端部」という。）の中心の座標Cxの数値データが、ワークの回転位置(θ)、ワークの回転軸と直交する方向（X軸）における所定の送りピッチで連続的に減少するようにしたときのワークの回転中心からの距離(Rx)、及び図示しないワークの回転軸と同一方向における（Y軸）ワークの加工点にバイトの先端部が接触する位置(y)の三点(θ, Rx, y)で表される。バイトの先端部の中心座標の位置決めを連続して行うことでレンズ設計形状に基づいた形状創成を行う。なお、座標は、各点の絶対値、或いは一つ前の座標点に対する相対値、を用いて加工のための数値データを構成するようにしてもよい。

【0030】

図3、図4および図5に示すように、例えば最小の厚みの部分（ベースカーブ、A-A'断面）の任意の点Cn上にバイト325の先端部のワークの回転軸と直交する方向（X軸）における中心（以下、「先端部の中心」という。）が存在するときに、バイト325先端部の中心のY軸方向の位置は、バイト325を自由にY軸方向に動かしてA-A'に沿った断面のレンズの加工線とバイト325の先端部が接する点Qsに立てた法線上にバイト325先端部の中心が位置することになる。

【0031】

レンズが90度回転し、点C_nから最大の厚みの部分（クロスカーブ、B-B'断面）の任意の点C_{nm}上にバイト325の先端部の中心が存在するときに、バイト325先端部の中心のY軸方向の位置は、バイト325を自由にY軸方向に動かしてB-B'に沿った断面のレンズの加工線とバイト325の先端部が接する点Q_{sm}から立てた法線上にバイト325の中心が位置することになる。レンズが90度回転し、C_nからC_{nm}へバイト325が動いたときに、バイト325はY軸方向のプラス方向にΔY移動する一方、バイト325は、X軸方向の中心側へ正確に1/4ピッチ分のX_{nm}相対移動する。即ち、ワークは、X軸テーブル310によってX軸方向の外側へ正確に1/4ピッチ分のX_{nm}移動する。

【0032】

レンズが更に90度回転し、点C_{nm}から最小の厚みの部分の任意の点C_{nr}上にバイト325の先端部の中心が存在するとき、バイト325は、Y軸方向のマイナス方向に移動する一方、X軸方向の中心側へ正確に1/4ピッチ分のX_{nr}相対移動する。即ち、ワークは、X軸テーブル310によってX軸方向の外側へ正確に1/4ピッチ分のX_{nr}移動する。

【0033】

第1の実施例の非球面加工方法では、ワークの回転軸と直交する方向（X軸）におけるワーク10の回転中心とバイト先端部の中心との距離R_xを、所定の送りピッチで連続的に減少するように制御することにより、数値制御切削装置300のX軸テーブル310は、レンズ10を往復運動させずに一定方向のみへの運動となる。なお、ワーク10の回転数が一定で、送りピッチも一定であれば等速運動になる。このように、レンズ10上のバイト325の描く軌跡は、従来のジグザグ状でない単純な螺旋状となっており、凹凸の段差が大きいワークの回転数を上げて追従することが可能となる。換言すれば、切削速度を上げて切削を行うことが可能となる。

第1の実施例の非球面加工方法では、従来の法線制御による加工方法と比較して約1.5倍の生産性となっている。

【実施例2】

【0034】

本発明の非球面加工方法の第2の実施例を、図6、および図7を用いて説明する。図6は、第2の実施例の非球面加工方法におけるレンズの加工面を示す概略図である。図6（a）はレンズの正面図、図6（b）は、図6（a）のB-B'線に沿った断面図である。図7は、第2の実施例の非球面加工方法を示す概念図である。

【0035】

第2の実施例の非球面加工方法では、バイト325は図6に示したように螺旋の軌跡を描きながら切削を行う。本例は、ワークの回転中心からバイトの先端刃先の中心までの距離（R_x）を所定の送りピッチで増加するようにする。即ち、ワークの回転中心又は回転中心近傍の加工点から切削を開始し、ワークの外周側へ切削する。その切削加工データは、ワークの回転中心からワークの外周側へ向かう螺旋に沿って作成される。

【0036】

第2の実施例の非球面加工方法では、バイトの先端部の中心の座標の数値データが、実施例1で説明した距離R_xに代えて、ワークの回転軸と直交する方向（X軸）における所定の送りピッチで増加するようにしたときのワークの回転中心からの距離（R_x）となる。

【0037】

図6、および図7に示すように、第2の実施例の非球面加工方法では、切削の開始時に、Y軸（主軸）で示されるワークの回転中心の加工点S_oに立てた法線方向にバイト325の先端部の中心を位置決めする。ワークの回転中心の点S_oから加工を開始し、例えば最大の厚みの部分（クロスカーブ、B-B'断面）の任意の点S_n上にバイト325の先端部の中心が存在するときに、バイト325の先端部の中心のY軸方向の位置は、バイト325を自由にY軸方向に動かしてA-A'に沿った断面のレンズの加工線とバイト32

5の先端部が接する点 Q_t に立てた法線上にバイト325の先端部中心が位置することになる。

【0038】

レンズが90度回転し、点 S_n から最小の厚みの部分（ベースカーブ、 $A-A'$ 断面）の任意の点 S_{nm} 上にバイト325の先端部の中心が存在するときに、バイト325先端部の中心のY軸方向の位置は、バイト325を自由にY軸方向に動かして $B-B'$ に沿った断面のレンズの加工線とバイト325の先端部が接する位置であり、加工点は、そのレンズの加工線とバイト325の先端部が接した点 Q_{tm} である。レンズが90度回転し、 S_n から S_{nm} へバイト325が動いたときに、バイト325は、Y軸方向のマイナス方向に ΔY 移動する一方、バイト325は、X軸方向のレンズ外周側へ正確に1/4ピッチ分の X_{nm} 相対移動する。即ち、ワークは、X軸テーブル310によってX軸方向の中心側へ正確に1/4ピッチ分の X_{nm} 移動する。

【0039】

このように、第2の実施例の非球面加工方法では、ワークの回転軸と直交する方向（X軸）におけるワークの回転中心とバイト先端部の中心との距離 R_x を、所定の送りピッチで増加するように制御することにより、レンズ上のバイトの描く軌跡を従来のジグザグ状でない単純な螺旋状としている。

【0040】

ワークの外周側から切削を開始する場合、高速で回転しているワークの周速度の速い外周面にバイトを当て始めるときに、ワークの外周面にバイトを急に当てることができず、ワークの外周面よりやや外側の離れた位置にバイトをワークに当たらないようにまず配置し、その後、通常の切削の送りピッチでバイトをゆっくりと回転中心側に動かし、外周面にバイトを当てて切削を開始させる必要がある。通常ワークの外周面から5mm程度外方からバイトの移動を開始するが、このときバイトは、切削を行っておらず無駄な生産時間となっていた。

【0041】

第2の実施例の非球面加工方法では、ワークの回転中心から切削を開始することによって、バイトがワークに最初に当たる部分は周速度がゼロか殆どゼロの回転中心、又は回転中心の近傍であるため、直ちにバイトを当てることが可能であり、切削を必要とする領域のみのバイトの移動で加工が終了する。

このように、ワークの回転中心又は回転中心近傍から切削を開始することによって、バイトの速度を減じることなく、加工が必要な領域のみバイトを移動して加工することから、ワークの外周側から切削を開始する場合よりも、切削加工時間を短縮することができる。

【0042】

また、加工のための切削加工データは、ワークの加工面に対応するだけでよく、切削加工データ量を少なくすることも可能となる。

【0043】

なお、ワークの回転中心から切削を開始する非球面加工方法は、周速度がゼロか殆どゼロの回転中心から切削を開始するため、後述する加工手順の内の仕上げ削り加工に適用することが望ましい。なお、0.1～5.0mm程度の切削量（切込量）であれば、ワークの回転中心に直接バイトを当てて切削を開始することも可能である。

【0044】

また、切削の開始時に、Y軸（主軸）で示されるワークの回転中心の軌跡の開始点 S_o を通るY軸上にバイト325の先端部のアール部分の中心が配置され、そのときのバイト325が当接するレンズの加工点を加工するようにバイト325のY軸方向の位置が制御される。ワークの回転中心から外側へ向かう螺旋の軌跡にバイトの先端刃先の中心座標の位置決めを連続して行うことでレンズ設計形状に基づいた形状創成を行う。なお、座標は、各点の絶対値、或いは一つ前の座標点に対する相対値、を用いて加工のための数値データを構成するようにしてもよい。

【0045】

前述のように、第2の実施例の非球面加工方法では、実施例1よりも更に迅速に加工を行うことができる。

【0046】

また、本発明の非球面加工方法は、レンズ全体を加工してもよい。また、レンズの一部を本発明の非球面加工方法で加工し、一部を従来の法線制御加工方法で加工してもよい。特に、ワーク中心近傍に傾斜部を有する、例えば、プリズム付きレンズの場合には、本発明の加工方法ではバイトのワーク中心側でプリズム部との干渉が出る可能性がある。従って、一部に従来の法線制御加工方法により切削加工することが有効な手段となる。

【0047】

なお、本発明の非球面加工方法は、レンズの周速度が大きいレンズの外周部において特に有効である。レンズの中心部近傍においては凹凸の差が少なくなるので、従来の法線制御加工方法を採用してもそれほど生産性は低下しない。そのため、レンズの外周部では本発明の非球面加工方法を採用し、レンズの中心近傍では法線制御加工方法を採用することも可能である。

【0048】

また、本発明の非球面加工方法は、眼鏡レンズの処方データに基づく最終のレンズ面形状だけでなく、例えば、レンズの外径を削って外径を縮小する外径加工、最終のレンズ面形状に近似した自由曲面、トーリック面又は球面の面形状に形成する粗削り加工、レンズの端の尖った部分を削る面取り加工にも適用することができる。

【0049】

また、ワークとしては、眼鏡レンズに代えてその他のレンズや、レンズを注型重合する型などでもよい。また、加工面も凹面に限らず凸面でもよい。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】図1は、本発明の非球面加工方法を使用する数値制御切削装置を示す図。

【図2】図2は、ワークの一例であるレンズの断面図。

【図3】図3は、第1の実施例の非球面加工方法におけるレンズの加工面を示す概略図。図3(a)、はレンズの正面図、図3(b)は、図3(a)のB-B'線に沿った断面図。

【図4】図4は、第1の実施例の非球面加工方法を示す概念図。

【図5】図5は、第1の実施例の非球面加工方法におけるX軸方向のバイトの中心位置を示す概念図。

【図6】図6は、第2の実施例の非球面加工方法におけるレンズの加工面を示す概略図。図6(a)は、レンズの正面図、図6(b)は、図6(a)のB-B'線に沿った断面図。

【図7】図7は、第2の実施例の非球面加工方法を示す概念図。

【図8】図8は、従来例としての法線制御加工方法におけるレンズの加工面を示す概略図。図8(a)は、レンズの正面図、図8(b)は、図8(a)のB-B'断面図。

。

【図9】図9は、従来例としての法線制御加工方法を示す概念図。

【図10】図10は、従来例としての法線制御加工方法におけるX軸方向のバイト中心の位置を示す概念図。

【符号の説明】

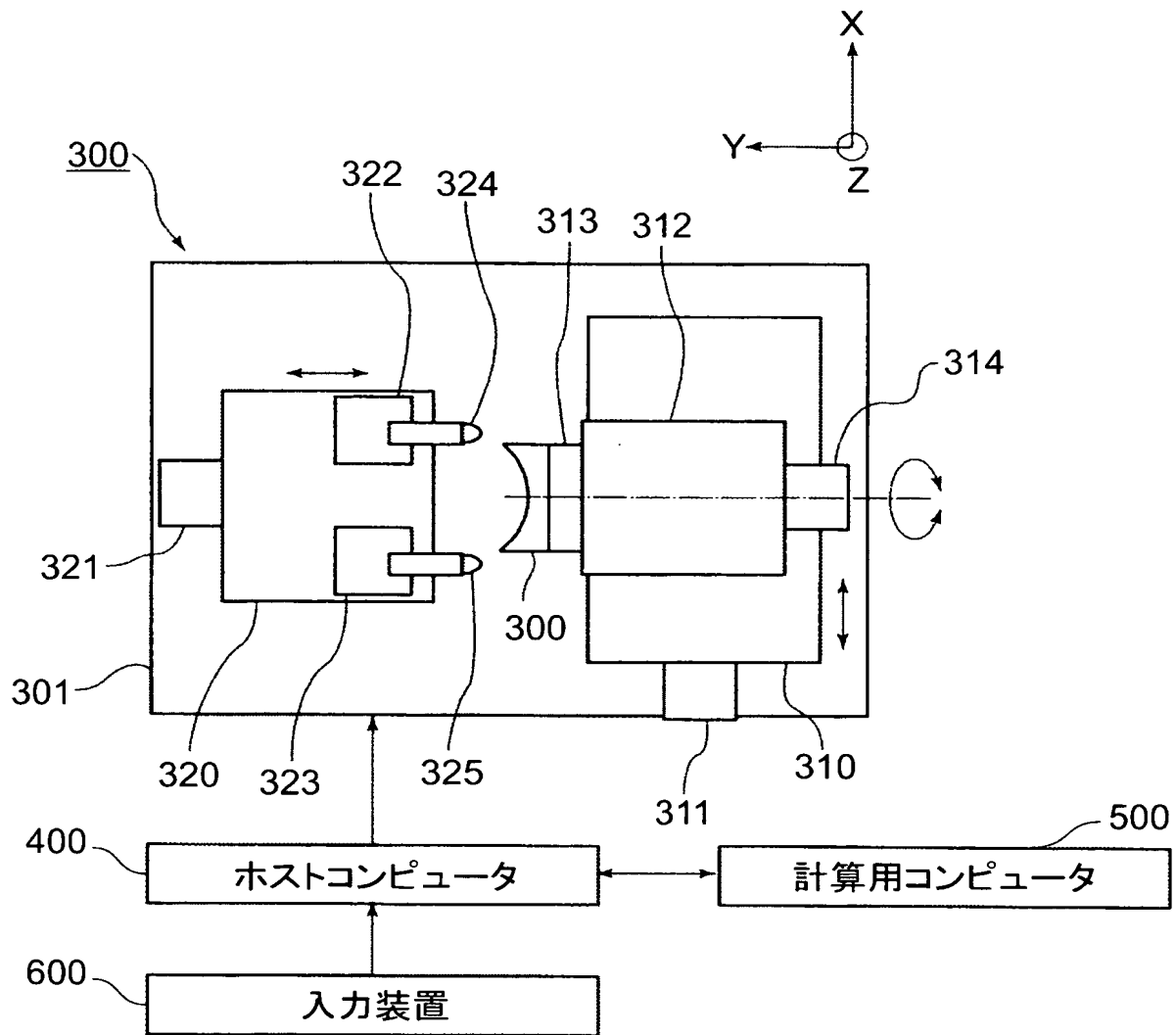
【0051】

- 300 数値制御切削装置
- 301 ベッド
- 310 X軸テーブル
- 311 X軸駆動用モータ
- 312 ワーク回転手段

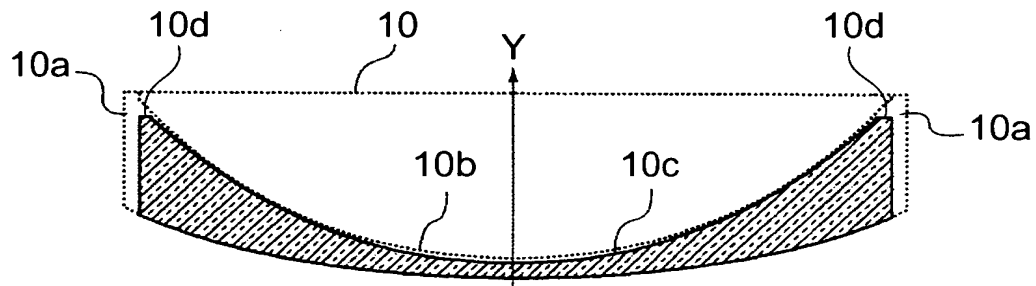
- 3 1 3 ワークチャック
- 3 1 4 ワーク回転軸駆動用モータ
- 3 2 0 Y軸テーブル
- 3 2 1 Y軸駆動用モータ
- 3 2 2 第1刃物台
- 3 2 3 第2刃物台
- 3 2 4 粗削り用バイト
- 3 2 5 仕上げ用バイト
- 1 0 ワーク（セミフィニッシュレンズ）
- 4 0 0 ホストコンピュータ
- 5 0 0 計算用コンピュータ
- 6 0 0 入力装置

【書類名】 図面

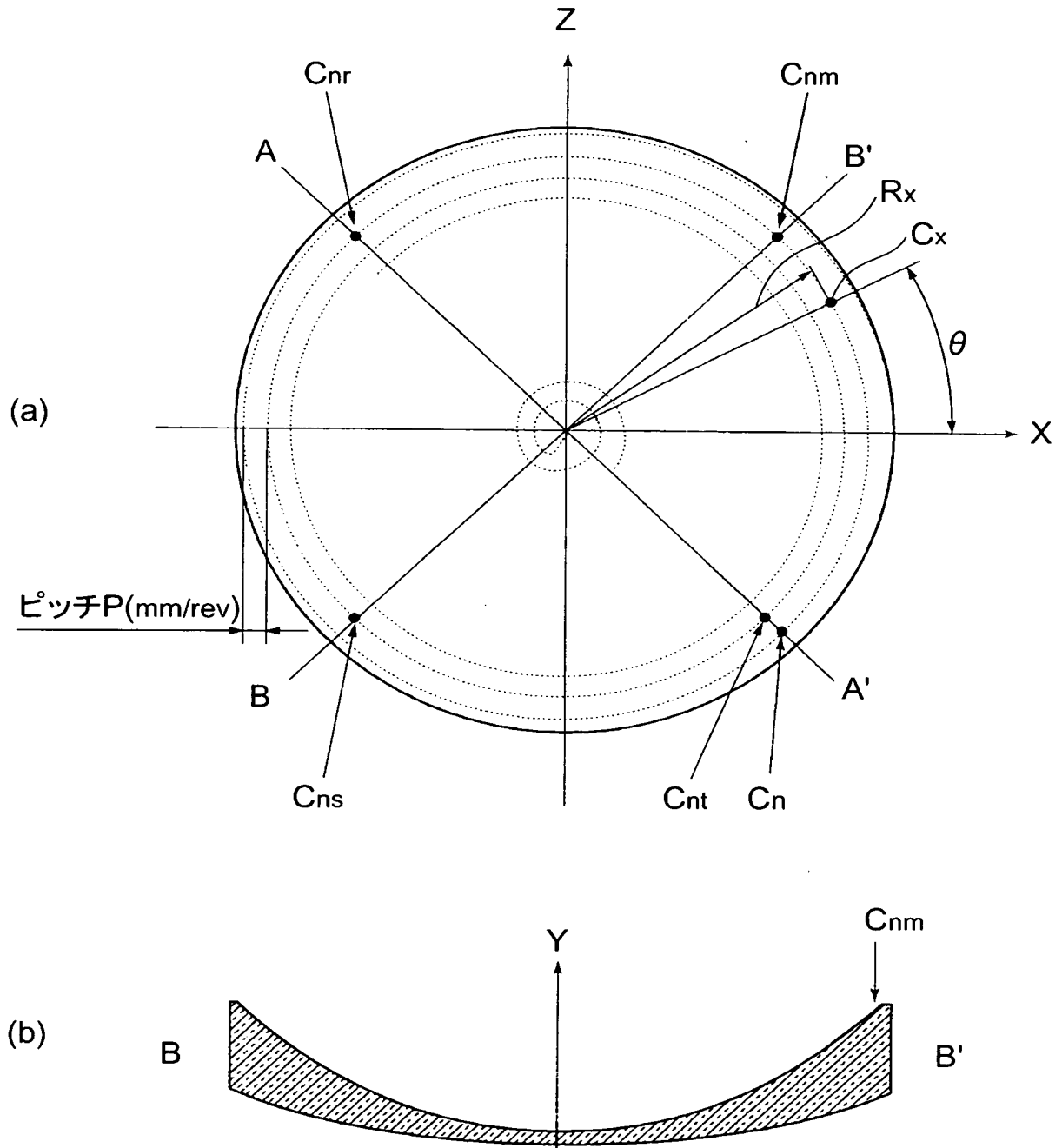
【図 1】



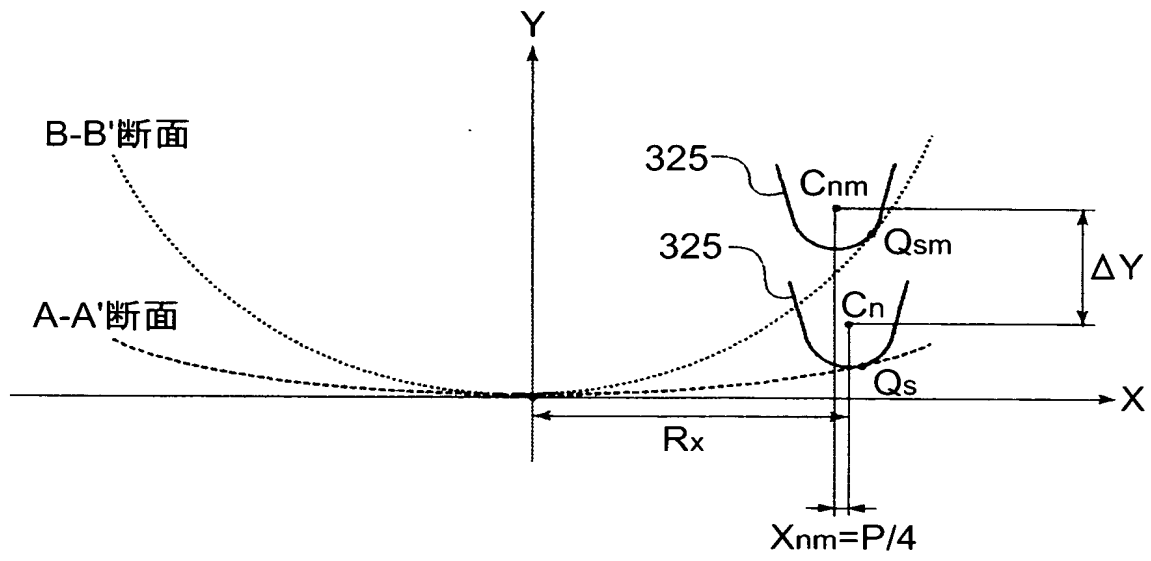
【図 2】



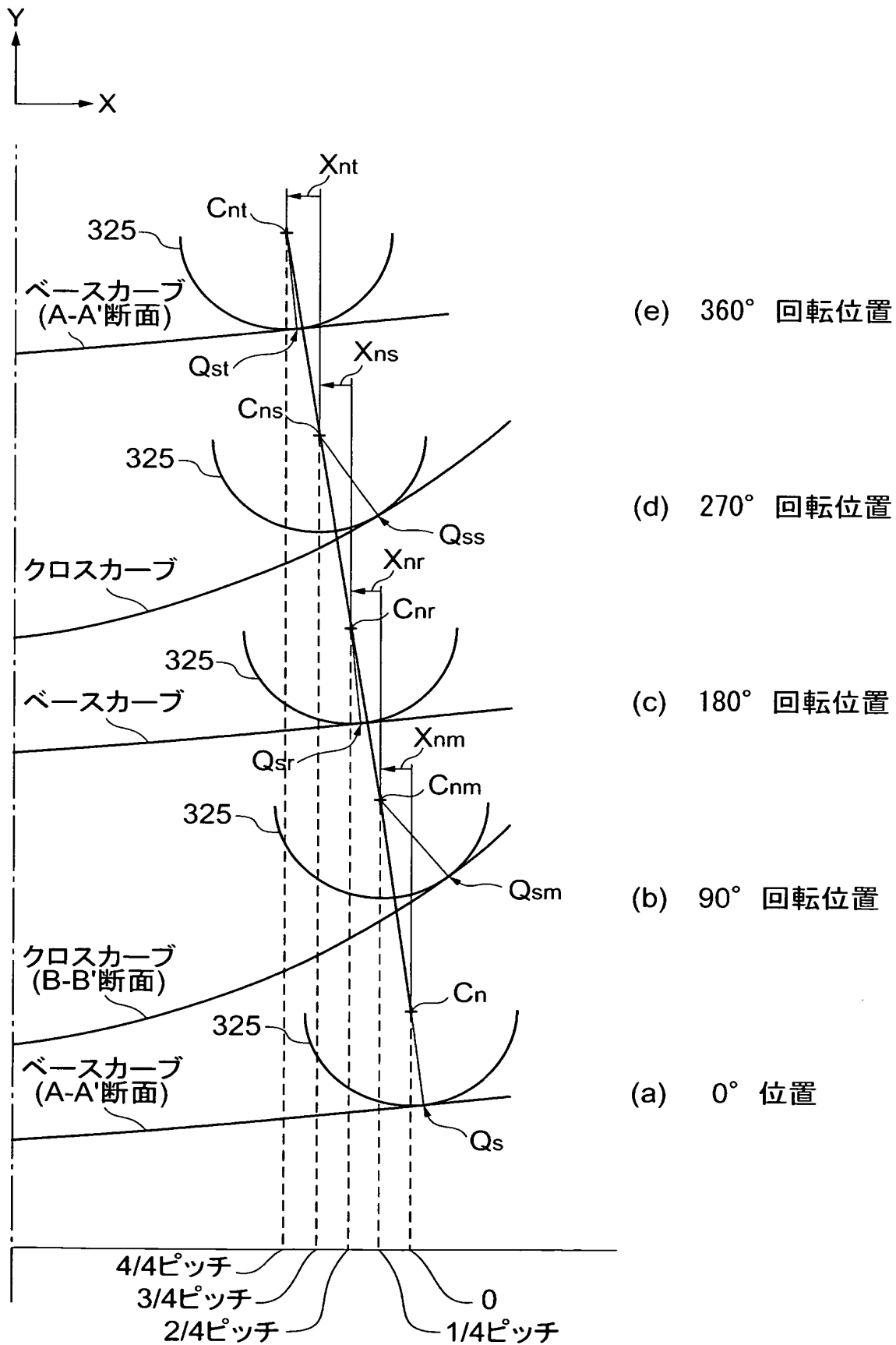
【図 3】



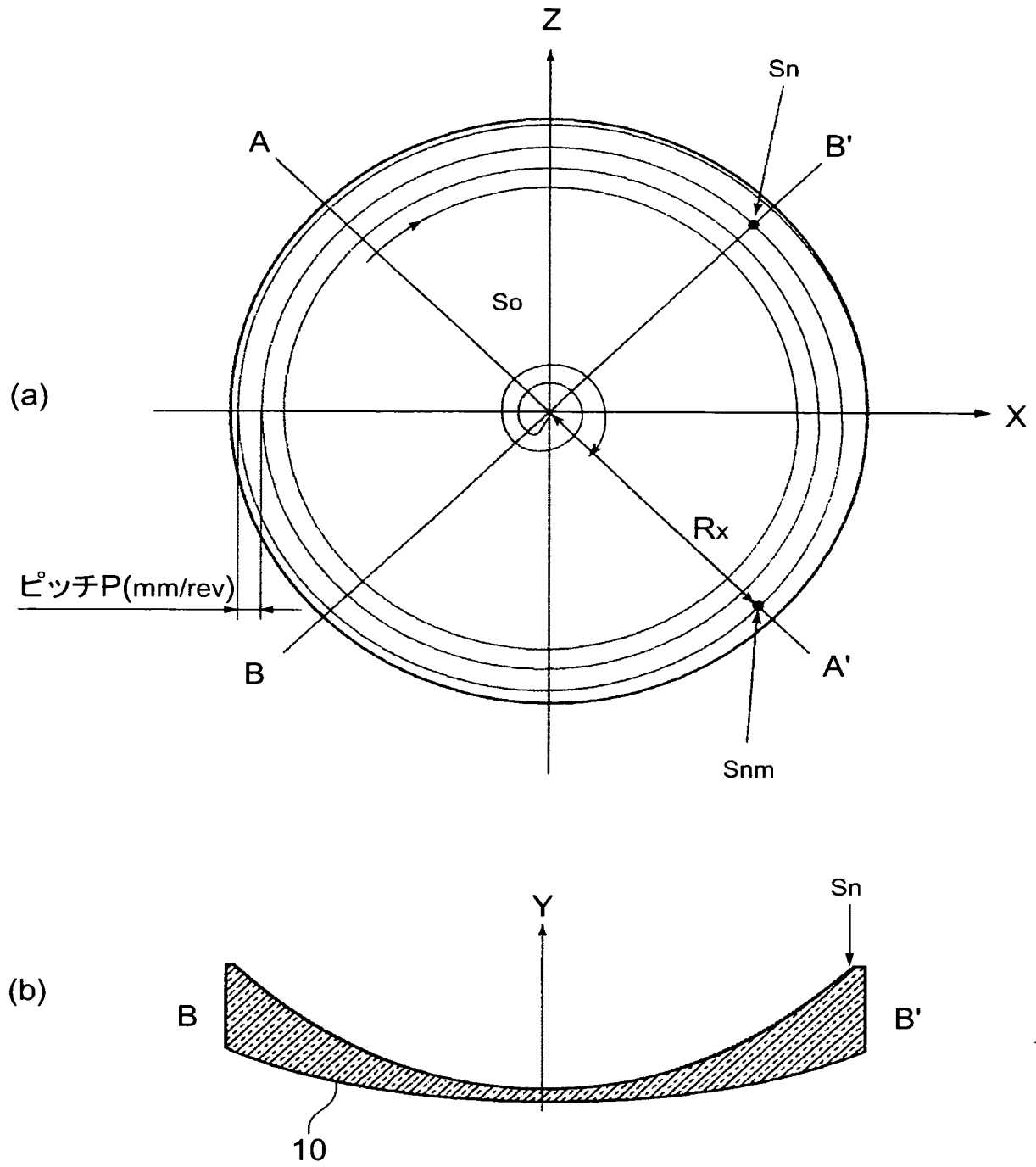
【図 4】



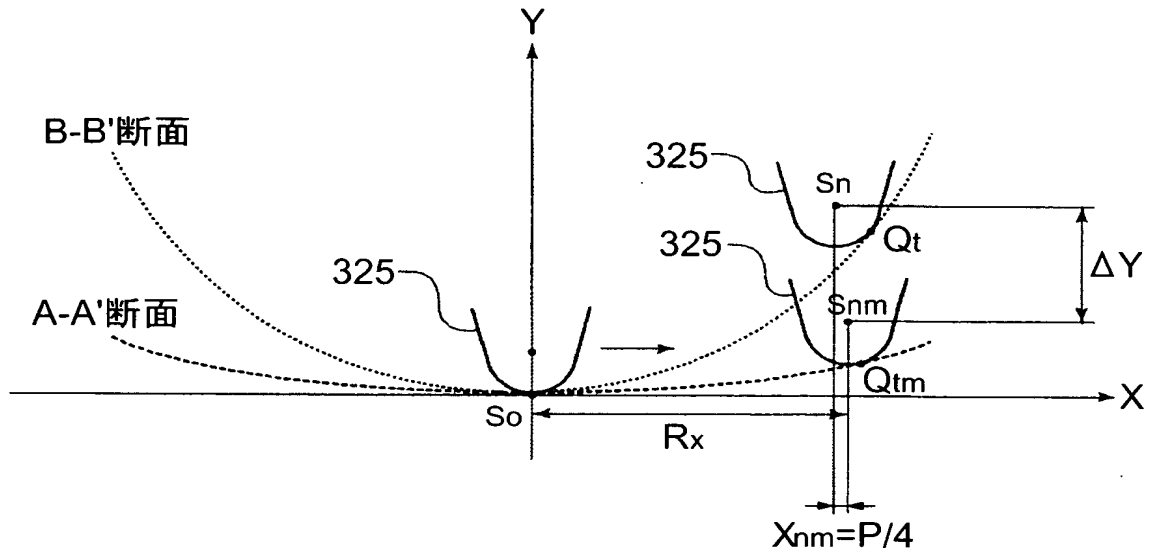
【図 5】



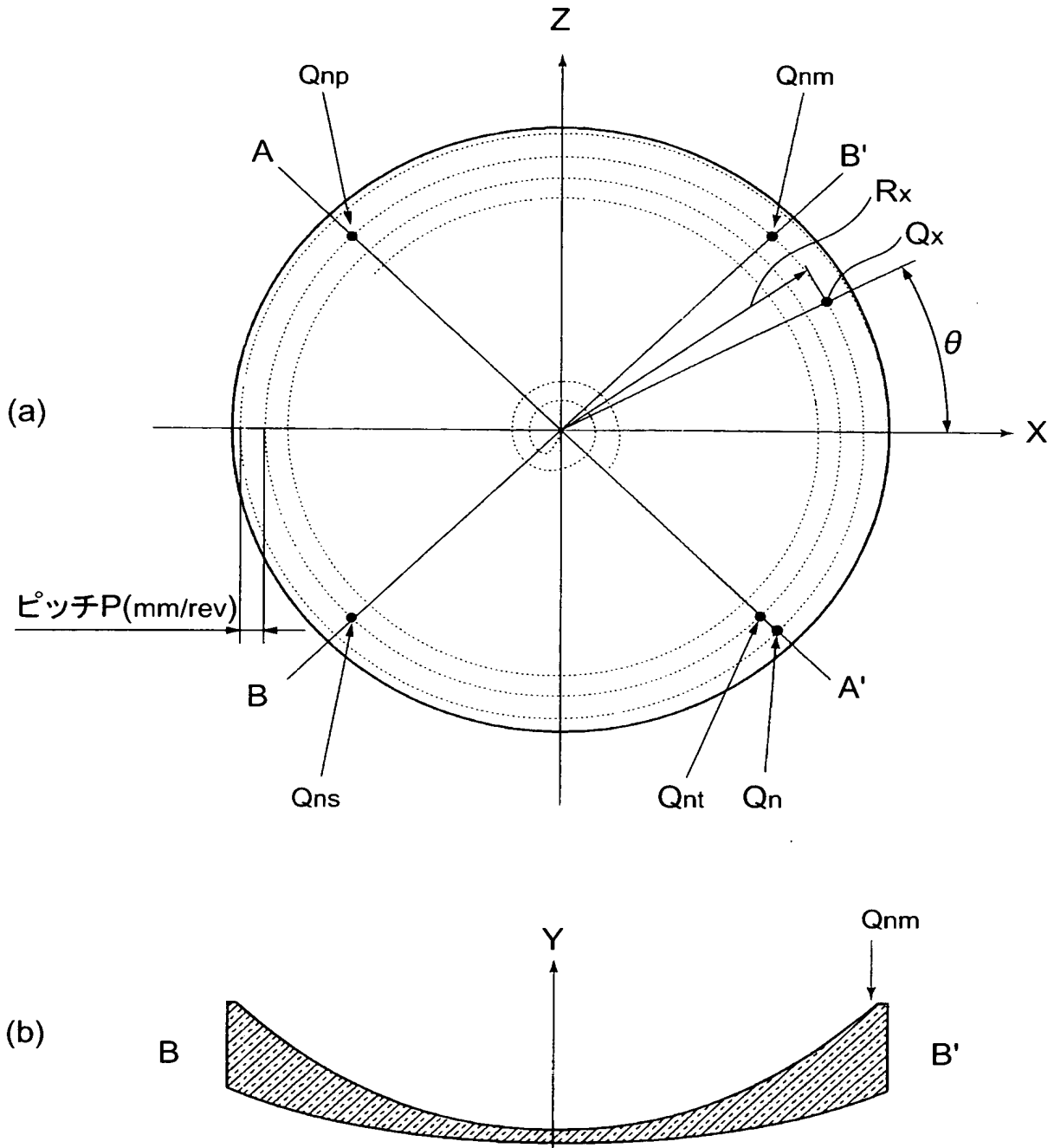
【図 6】



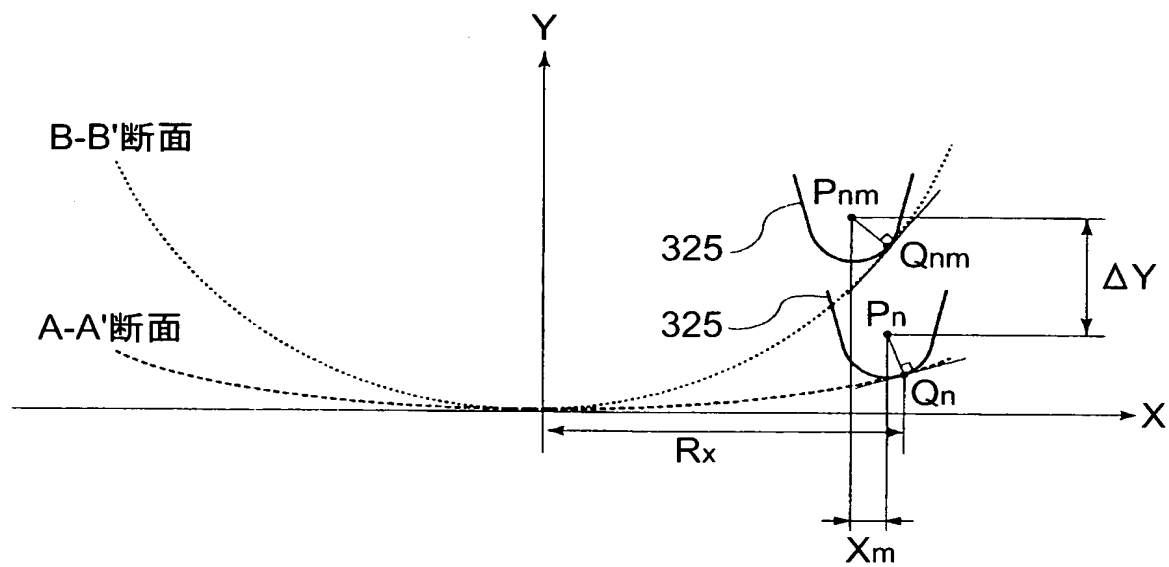
【図 7】



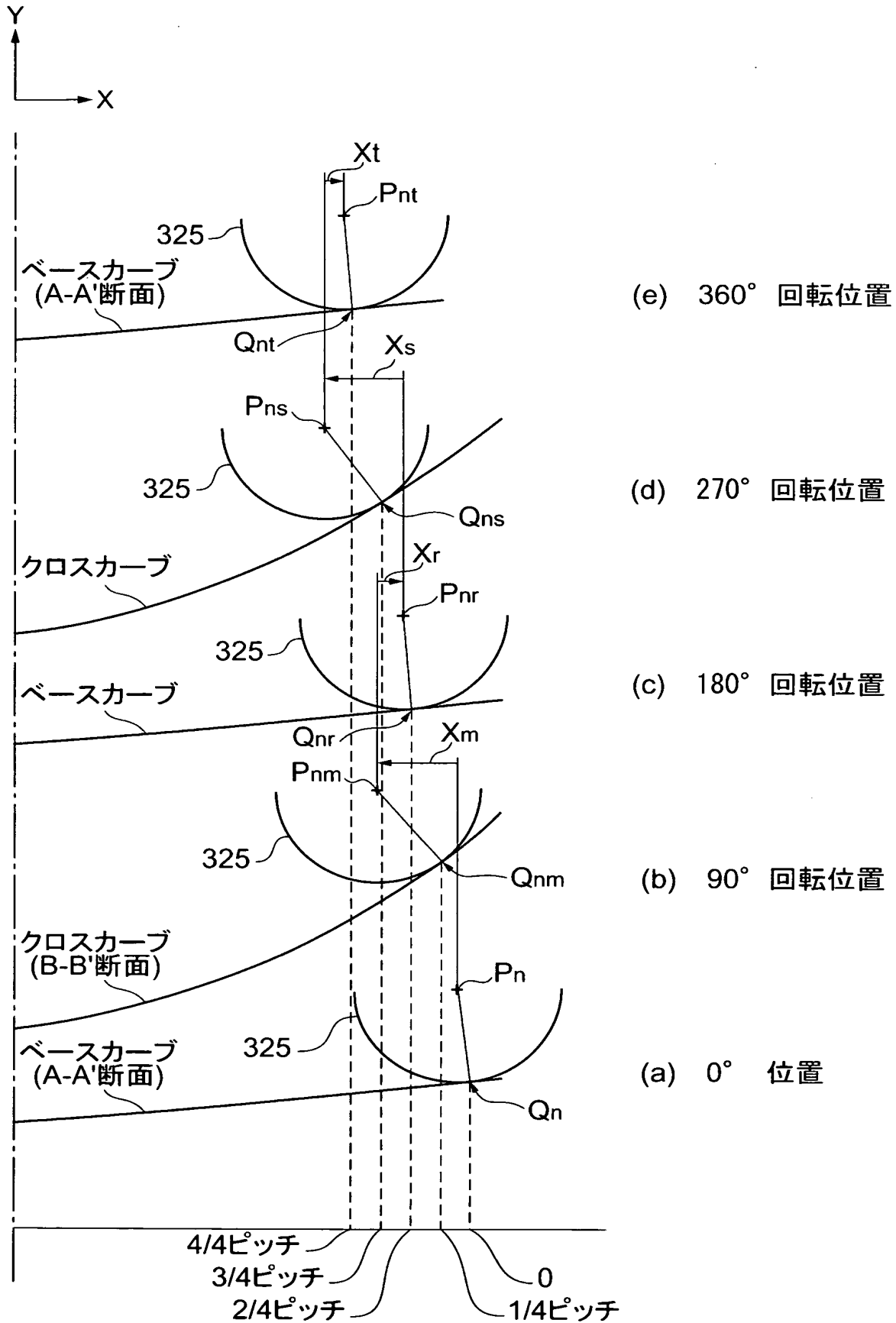
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 従来の法線制御加工方法では、Y軸テーブルは小型軽量で慣性力が小さいため、バイトをY軸方向に高速で微小の往復運動させることができるが、X軸テーブルは大型で重く慣性力が大きいいため、ワークをX軸方向に高速で微小の往復運動をさせることができない。

【解決手段】 本発明の非球面加工方法は、回転軸を中心に回転する被加工ワークと、前記ワークの回転軸と同一方向および前記ワークの回転軸と直交する方向に、前記ワークと相対移動可能なバイトと、を有し、前記バイトは、前記ワークの回転軸と直交する方向において前記ワークの回転軸の中心から前記ワークの外周部までの一部もしくはすべての領域で、所定の送りピッチで一定方向に移動して前記ワークを非軸対称非球面に加工することを特徴とする。

【選択図】 図4

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 3 1 1 4 0 7
受付番号	5 0 3 0 1 4 6 1 1 4 4
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 5 年 9 月 1 2 日

< 認定情報・付加情報 >

【特許出願人】

【識別番号】	000002369
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
【氏名又は名称】	セイコーエプソン株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100095728
【住所又は居所】	長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社 知的財産本部内
【氏名又は名称】	上柳 雅誉

【選任した代理人】

【識別番号】	100107076
【住所又は居所】	長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社 知的財産本部内
【氏名又は名称】	藤網 英吉

【選任した代理人】

【識別番号】	100107261
【住所又は居所】	長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社 知的財産本部内
【氏名又は名称】	須澤 修

特願 2 0 0 3 - 3 1 1 4 0 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名

セイコーエプソン株式会社